

## BAB II

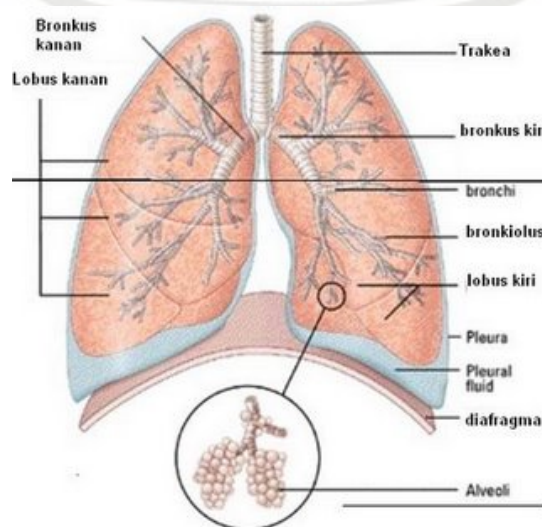
### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Anatomi dan Fisiologi paru-paru

##### 1. Anatomi paru-paru

Paru-paru terletak pada rongga dada, berbentuk kerucut yang ujungnya berada di atas tulang iga pertama dan dasarnya berada pada diafragma. Paru terbagi menjadi dua yaitu, paru kanan dan paru kiri. Paru-paru kanan mempunyai tiga lobus sedangkan paru-paru kiri mempunyai dua lobus. Kelima lobus tersebut dapat terlihat dengan jelas. Setiap paru-paru terbagi lagi menjadi beberapa sub-bagian menjadi sekitar sepuluh unit terkecil yang disebut *bronchopulmonary segments*. Paru-paru kanan dan kiri dipisahkan oleh ruang yang disebut *mediastinum* (Evelyn, 2009).

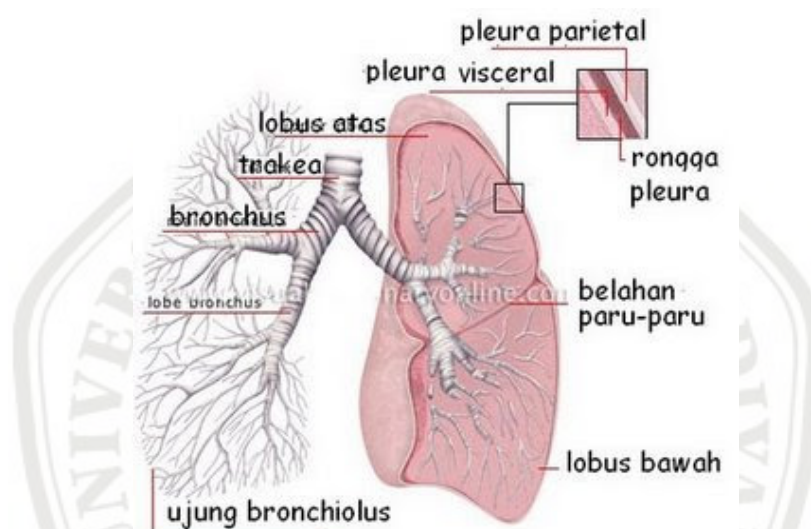
**Gambar 2.1 Anatomi paru-paru**



Sumber : Hadiarto (2015)

Paru-paru dibungkus oleh selaput tipis yaitu *pleura*. *Pleura* terbagi menjadi *pleura viseralis* dan *pleura parietal*. *Pleura viseralis* yaitu selaput yang langsung membungkus paru, sedangkan *pleura parietal* yaitu selaput yang menempel pada rongga dada. Diantara kedua *pleura* terdapat rongga yang disebut *kavum pleura* (Guyton, 2007).

**Gambar 2.2 Paru-paru manusia**



Sumber : Hedu (2016)

Menurut Juarfianti (2015) sistem pernafasan dapat dibagi ke dalam sistem pernafasan bagian atas dan pernafasan bagian bawah.

- a. Pernafasan bagian atas meliputi, hidung, rongga hidung, *sinus paranasal*, dan *faring*.
- b. Pernafasan bagian bawah meliputi, *laring*, *trakea*, *bronkus*, *bronkiolus* dan *alveolus paru*.

Menurut Alsagaff (2015). Pergerakan dari dalam ke luar paru terdiri dari dua proses, yaitu *inspirasi* dan *ekspirasi*. *Inspirasi* adalah pergerakan dari atmosfer ke dalam paru, sedangkan *ekspirasi* adalah pergerakan dari dalam paru ke atmosfer. Agar proses *ventilasi* dapat

berjalan lancar dibutuhkan fungsi yang baik pada otot pernafasan dan elastisitas jaringan paru. Otot-otot pernafasan dibagi menjadi dua yaitu :

- a. Otot *inspirasi* yang terdiri atas, otot *interkostalis eksterna*, *sternokleidomastoideus*, *skalenus* dan *diafragma*.
- b. Otot-otot *ekspirasi* adalah *rektus abdominis* dan *interkostalis internus*.

## 2. Fisiologi Paru

Paru-paru dan dinding dada adalah struktur yang elastis. Dalam keadaan normal terdapat lapisan cairan tipis antara paru-paru dan dinding dada sehingga paru-paru dengan mudah bergeser pada dinding dada. Tekanan pada ruangan antara paru-paru dan dinding dada berada di bawah tekanan atmosfer (Guyton, 2007).

Fungsi utama paru-paru yaitu untuk pertukaran gas antara darah dan atmosfer. Pertukaran gas tersebut bertujuan untuk menyediakan *oksigen* bagi jaringan dan mengeluarkan *karbon dioksida*. Kebutuhan *oksigen* dan *karbon dioksida* terus berubah sesuai dengan tingkat aktivitas dan *metabolisme* seseorang, tapi pernafasan harus tetap dapat memelihara kandungan *oksigen* dan *karbon dioksida* tersebut (Jayanti, 2013).

Udara masuk ke paru-paru melalui sistem berupa pipa yang menyempit (*bronchi dan bronkiolus*) yang bercabang di kedua belah paru-paru utama (*trachea*). Pipa tersebut berakhir di gelembung-gelembung paru-paru (*alveoli*) yang merupakan kantong udara terakhir dimana oksigen dan *karbondioksida* dipindahkan dari tempat dimana darah mengalir. Ada lebih dari 300 juta *alveoli* di dalam paru-paru manusia bersifat elastis. Ruang udara tersebut dipelihara dalam keadaan

terbuka oleh bahan kimia *surfaktan* yang dapat menetralkan kecenderungan *alveoli* untuk mengempis (Yunus, 2007).

Menurut Guyton (2007) untuk melaksanakan fungsi tersebut, pernafasan dapat dibagi menjadi empat mekanisme dasar, yaitu :

- a. Ventilasi paru, yang berarti masuk dan keluarnya udara antara *alveoli* dan atmosfer.
- b. *Difusi* dari oksigen dan *karbon dioksida* antara *alveoli* dan darah.
- c. Transport dari oksigen dan *karbon dioksida* dalam darah dan cairan tubuh ke dan dari sel.
- d. Pengaturan *ventilasi*.

Pada waktu menarik nafas dalam, maka otot berkontraksi, tetapi pengeluaran pernafasan dalam proses yang pasif. Ketika *diafragma* menutup dalam, penarikan nafas melalui isi rongga dada kembali memperbesar paru-paru dan dinding badan bergerak hingga *diafragma* dan tulang dada menutup ke posisi semula (Evelyn, 2009).

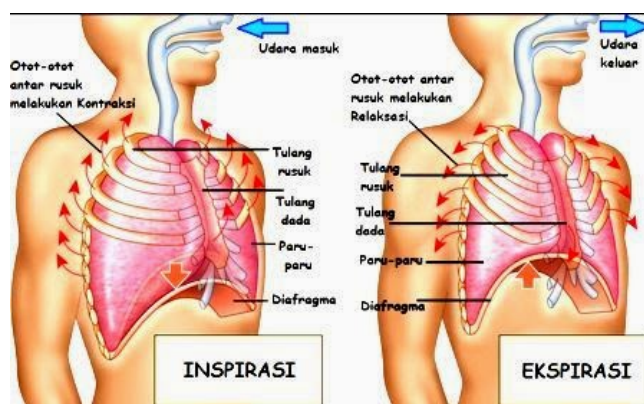
*Inspirasi* merupakan proses aktif kontraksi otot-otot. Selama bernafas tenang, tekanan *intrapleura* kira-kira 2,5 mmHg relatif lebih tinggi terhadap atmosfer. Pada permulaan, *inspirasi* menurun sampai -6mmHg dan paru-paru ditarik ke posisi yang lebih mengembang dan tertanam dalam jalan udara sehingga menjadi sedikit negatif dan udara mengalir ke dalam paru-paru. Pada akhir *inspirasi*, *recoil* menarik dada kembali ke posisi *ekspirasi* dimana tekanan *recoil* paru-paru dan dinding dada seimbang. Tekanan dalam jalan pernafasan seimbang menjadi sedikit positif sehingga udara mengalir ke luar dari paru-paru (Algasaff, 2015)



Selama pernafasan tenang, *ekspirasi* merupakan gerakan pasif akibat elastisitas dinding dada dan paru-paru. Pada waktu otot *interkostalis eksternus* relaksasi, dinding dada turun dan lengkung *diafragma* naik ke atas ke dalam rongga *toraks*, menyebabkan volume *toraks* berkurang. Pengurangan volume *toraks* ini meningkatkan tekanan *intrapleura* maupun tekanan *intrapulmonal*. Selisih tekanan antara saluran udara dan atmosfer menjadi terbalik, sehingga udara mengalir keluar dari paru-paru sampai udara dan tekanan atmosfer menjadi sama kembali pada akhir *ekspirasi* (Miller et al, 2011).

Proses setelah *ventilasi* adalah *difusi* yaitu, perpindahan oksigen dari *alveoli* ke dalam pembuluh darah dan berlaku sebaliknya untuk *karbondioksida*. *Difusi* dapat terjadi dari daerah yang bertekanan tinggi ke tekanan rendah. Ada beberapa faktor yang berpengaruh pada *difusi* gas dalam paru yaitu, faktor *membran*, faktor darah dan faktor *sirkulasi*. Selanjutnya adalah proses transportasi, yaitu perpindahan gas dari paru ke jaringan dan dari jaringan ke paru dengan bantuan aliran darah (Guyton, 2007).

**Gambar 2.3 Fisiologi Penapasan Manusia**



Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi fungsi paru adalah sebagai berikut :

a. Usia

Kekuatan otot maksimal pada usia 20-40 tahun dan dapat berkurang sebanyak 20% setelah usia 40 tahun. Selama proses penuaan terjadi penurunan elastisitas *alveoli*, penebalan *kelenjar bronkial*, penurunan kapasitas paru.

b. Jenis kelamin

Fungsi *ventilasi* pada laki-laki lebih tinggi 20-25% dari pada wanita, karena ukuran *anatomi* paru laki-laki lebih besar dibandingkan wanita. Selain itu, aktivitas laki-laki lebih tinggi sehingga *recoil* dan *compliance* paru sudah terlatih.

c. Tinggi badan

Seorang yang memiliki tubuh tinggi dan besar, fungsi ventilasi parunya lebih tinggi daripada orang yang bertubuh kecil pendek (Juarfianti, 2015).

### 3. Volume dan kapasitas paru

Menurut Evelyn (2009) volume paru terbagi menjadi 4 bagian, yaitu:

- a. *Volume Tidal* adalah volume udara yang *diinspirasi* atau *diekspirasi* pada setiap kali pernafasan normal. Besarnya  $\pm 500$  ml pada rata-rata orang dewasa.
- b. *Volume Cadangan Inspirasi* adalah volume udara ekstra yang *diinspirasi* setelah volume *tidal*, dan biasanya mencapai  $\pm 3000$  ml.

- c. *Volume Cadangan Eskpirasi* adalah jumlah udara yang masih dapat dikeluarkan dengan *ekspirasi* maksimum pada akhir *ekspirasi* normal, pada keadaan normal besarnya  $\pm 1100$  ml.
- d. *Volume Residu*, yaitu volume udara yang masih tetap berada dalam paru-paru setelah *ekspirasi* kuat. Besarnya  $\pm 1200$  ml.

Menurut Yunus (2007) kapasitas paru merupakan gabungan dari beberapa volume paru dan dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

- a. *Kapasitas Inspirasi*, sama dengan volume *tidal* + volume cadangan *inspirasi*. Besarnya  $\pm 3500$  ml, dan merupakan jumlah udara yang dapat dihirup seseorang mulai pada tingkat *ekspirasi* normal dan mengembangkan paru sampai jumlah maksimum.
- b. *Kapasitas Residu Fungsional*, sama dengan volume cadangan *inspirasi* + volume *residu*. Besarnya  $\pm 2300$  ml, dan merupakan besarnya udara yang tersisa dalam paru pada akhir *ekspirasi* normal.
- c. *Kapasitas Vital*, sama dengan volume cadangan *inspirasi* + volume *tidal* + volume cadangan *ekspirasi*. Besarnya  $\pm 4600$  ml, dan merupakan jumlah udara maksimal yang dapat dikeluarkan dari paru, setelah terlebih dahulu mengisi paru secara maksimal dan kemudian mengeluarkannya sebanyak-banyaknya.
- d. *Kapasitas Vital paksa (KVP) atau Forced Vital Capacity (FVC)* adalah volume total dari udara yg dihembuskan dari paru-paru setelah *inspirasi* maksimum yang diikuti oleh *ekspirasi* paksa minimum. Hasil ini didapat setelah seseorang menginspirasi dengan usaha maksimal dan mengekspirasi secara kuat dan cepat.

- e. Volume ekspirasi paksa satu detik (*VEPI*) atau *Forced Expiratory Volume in One Second (FEV1)* adalah volume udara yang dapat dikeluarkan dengan *ekspirasi* maksimum per satuan detik. Hasil ini didapat setelah seseorang terlebih dahulu melakukan pernafasan dalam dan *inspirasi* maksimal yang kemudian diekspirasikan secara paksa sekuat-kuatnya dan semaksimal mungkin, dengan cara ini kapasitas *vital* seseorang tersebut dapat dihembuskan dalam satu detik.
- f. *Kapasitas Paru Total*, sama dengan kapasitas *vital* + volume *residu*. Besarnya  $\pm 5800\text{ml}$ , adalah volume maksimal dimana paru dikembangkan sebesar mungkin dengan *inspirasi* paksa. Volume dan kapasitas seluruh paru pada wanita  $\pm 20 - 25\%$  lebih kecil daripada pria, dan lebih besar pada atlet dan orang yang bertubuh besar daripada orang yang bertubuh kecil dan astenis.

## B. Asma

### 1. Definisi

Asma adalah penyakit jalan nafas *obstruktif intermiten, reversibel* dimana *trakea* dan *bronkhi* memberikan respon dalam secara *hiperaktif* terhadap *stimuli* tertentu (Bacharier et al, 2008).

Asma adalah suatu penyakit dengan ciri meningkatnya respon *trakea* dan *bronkus* terhadap berbagai rangsangan dengan manifestasi adanya penyempitan jalan napas yang luas dan derajatnya dapat berubah-ubah, baik secara spontan maupun sebagai hasil pengobatan (Fishman et al, 2008).



Asma merupakan penyempitan jalan napas yang disebabkan karena *hipersensitivitas* cabang-cabang trakeobronkhial terhadap *stimuli* tertentu. Sedangkan *Asma Bronkhial* merupakan suatu penyakit gangguan jalan nafas *obstruktif* yang bersifat *reversible*, ditandai dengan terjadinya penyempitan *bronkus*, reaksi *obstruksi* akibat *spasme* otot polos *bronkus*, *obstruksi* aliran udara, dan penurunan *ventilasi alveoulus* dengan suatu keadaan *hiperaktivitas bronkus* yang khas (Zulfikar et al, 2008).

## 2. Etiologi

Sampai saat ini etiologi dari *asma* belum diketahui. Suatu hal yang menonjol pada penderita *asma* adalah fenomena *hiperaktivitas bronkus*. *Bronkus* penderita *asma* sangat peka terhadap rangsangan *imunologi* maupun *non imunologi* (Miller and Frank, 2011).

Adapun rangsangan atau faktor pencetus yang sering menimbulkan *asma* adalah :

### a. Faktor *ekstrinsik* (alergik)

Reaksi alergi yang disebabkan oleh alergen atau alergen yang dikenal seperti debu, serbuk-serbuk, bulu binatang.

### b. Faktor *intrinsik* (non-alergik)

Tidak berhubungan dengan alergen, seperti *common cold*, *infeksi traktus respiratorius*, latihan, emosi, dan polutan lingkungan dapat mencetuskan serangan.

### c. Asma gabungan

Bentuk *asma* yang paling umum. *Asma* ini mempunyai karakteristik dari bentuk alergi dan non-alergik.

Menurut Algasaff dan Mukti (2015), ada beberapa hal yang merupakan faktor *predisposisi* dan *presipitasi* timbulnya serangan *Asma* yaitu :

a. Faktor *predisposisi*

a) *Genetik*

Faktor yang diturunkan adalah bakat alerginya, meskipun belum diketahui bagaimana cara penurunannya yang jelas. Penderita dengan penyakit alergi biasanya mempunyai keluarga dekat juga menderita penyakit alergi. Karena adanya bakat alergi ini, penderita sangat mudah terkena penyakit *asma* jika terpapar dengan faktor pencetus. Selain itu *hipersensitivitas* saluran pernapasannya juga bisa diturunkan.

b. Faktor *presipitasi*

a) Alergen

*Inhalan* (masuk melalui saluran pernapasan), *ingestan* (melalui mulut), *kontaktan* (melalui kontak dengan kulit).

b) Perubahan cuaca

Cuaca lembab dan hawa pegunungan yang dingin sering mempengaruhi *asma*. Atmosfir yang mendadak dingin merupakan faktor pemicu terjadinya serangan *asma*. Kadang-kadang serangan berhubungan dengan musim, seperti musim hujan, musim kemarau.

c) Stress

Stress atau gangguan emosi dapat menjadi pencetus serangan *asma*, selain itu juga bisa memperberat serangan

*asma* yang sudah ada. Disamping gejala *asma* yang timbul harus segera diobati penderita *asma* yang mengalami stress atau gangguan emosi perlu diberi nasehat untuk menyelesaikan masalah pribadinya. Karena jika stressnya belum diatasi maka gejala belum bisa diobati.

d) Lingkungan kerja

Mempunyai hubungan langsung dengan sebab terjadinya serangan *asma*. Hal ini berkaitan dengan dimana dia bekerja. Misalnya orang yang bekerja di laboratorium hewan, industri tekstil, pabrik asbes, polisi lalu lintas. Gejala ini membaik pada waktu libur atau cuti.

e) Olah raga atau aktifitas jasmani

Sebagian besar penderita *asma* akan mendapat serangan jika melakukan aktifitas jasmani atau olah raga yang berat. Lari cepat paling mudah menimbulkan serangan *asma*. Serangan *asma* karena aktifitas biasanya terjadi segera setelah selesai aktifitas tersebut (Baser et al, 2007).

### 3. Patofisiologi

Suatu serangan *asma* merupakan akibat *obstruksi* jalan napas difus *reversible*. Obstruksi disebabkan oleh timbulnya tiga reaksi utama yaitu kontraksi otot-otot polos baik saluran napas, pembengkakan *membran* yang melapisi *bronki*, pengisian *bronki* dengan *mukus* yang kental. Selain itu, otot-otot *bronki* dan *kelenjar mukosa* membesar, *sputum* yang kental, banyak dihasilkan dan *alveoli* menjadi *hiperinflasi*, dengan udara terperangkap didalam jaringan paru (Bateman et al, 2008).

*Antibodi* yang dihasilkan (*IgE*) kemudian menyerang sel-sel *mast* dalam paru. Pemajanan ulang terhadap *antigen* mengakibatkan ikatan *antigen* dengan *antibody*, menyebabkan pelepasan produk sel-sel *mast* (disebut *mediator*) seperti *histamine*, *bradikinin*, dan *prostaglandin* serta *anafilaksis* dari substansi yang bereaksi lambat (*SRS-A*). Pelepasan mediator ini dalam jaringan paru mempengaruhi otot polos dan kelenjar jalan napas, menyebabkan *bronkospasme*, pembengkakan *membran mukosa*, dan pembentukan *mukus* yang sangat banyak. Selain itu, reseptor  $\alpha$ - dan  $\beta$ -adrenergik dari sistem *saraf simpatis* terletak dalam *bronki*. Ketika reseptor  $\alpha$ -adrenergik dirangsang, terjadi *bronkokonstriksi*, *bronkodilatasi* terjadi ketika reseptor  $\beta$ -adrenergik yang dirangsang (Bacharier et al, 2008).

Keseimbangan antara reseptor  $\alpha$ - dan  $\beta$ -adrenergik dikendalikan terutama oleh *siklik adenosine monofosfat (cAMP)*. Stimulasi reseptor  $\alpha$ -mengakibatkan penurunan *cAMP*, yang mengarah pada peningkatan mediator kimiawi yang dilepaskan oleh sel-sel *mast bronkokonstriksi*. Stimulasi reseptor  $\beta$ -mengakibatkan peningkatan tingkat *cAMP* yang menghambat pelepasan mediator kimiawi dan menyebabkan *bronkodilatasi*. Teori yang diajukan adalah bahwa penyekatan  $\beta$ -adrenergik terjadi pada individu dengan *asma*. Akibatnya, asmatik rentan terhadap peningkatan pelepasan mediator kimiawi dan konstriksi otot polos (Fishman et al, 2008).

#### 4. Manifestasi klinik

Gejala-gejala yang lazim muncul pada *asma* adalah batuk, *dispnea*, dan *wheezing*. Serangan seringkali terjadi pada malam hari. *Asma* biasanya bermula mendadak dengan batuk dan rasa sesak dalam dada, disertai dengan pernapasan lambat, *wheezing*. *Ekspirasi* selalu lebih susah dan panjang dibanding *inspirasi*, yang mendorong pasien untuk duduk tegak dan menggunakan setiap otot-otot aksesori pernapasan. Jalan napas yang tersumbat menyebabkan *dispnea*. Serangan *asma* dapat berlangsung dari 30 menit sampai beberapa jam dan dapat hilang secara spontan. Meskipun serangan *asma* jarang ada yang fatal, kadang terjadi reaksi kontinu yang lebih berat, yang disebut “*status asmatikus*”, kondisi ini mengancam hidup (Zulfikar et al, 2008).

#### 5. Langkah untuk pengendalian asma

- a. Memahami seluk beluk penyakit asma.
- b. Menilai dan memonitor berat asma secara berkala.
- c. Identifikasi dan mengendalikan faktor pencetus.
- d. Merencanakan pengobatan jangka panjang
- e. Mengatasi serangan akut dengan cepat
- f. Kontrol secara teratur.
- g. Menjaga kebugaran dengan olahraga

Dengan melaksanakan hal diatas diharapkan tercapai tujuan penanganan *asma*, yaitu asma terkontrol. Berikut adalah ciri-ciri *asma* terkontrol, terkontrol sebagian dan tidak terkontrol.



Tabel 2.1 Ciri-ciri Tingkatan Asma

Tingkat kontrol asma			
Karakteristik	Terkontrol	Terkontrol Sebagian	Tidak Terkontrol
Gejala harian	Tidak ada (dua kali atau kurang dalam seminggu)	Lebih dari dua kali seminggu	Tiga atau gejala dalam kategori asma terkontrol sebagian, muncul sewaktu-waktu dalam seminggu
Pembatasan aktifitas	Tidak ada	Sewaktu-waktu dalam seminggu	
Gejala <i>nocturnal</i> / gangguan tidur	Tidak ada	Sewaktu-waktu dalam seminggu	
Kebutuhan akan reliever atau terapi rescue	Tidak ada (dua kali atau kurang dalam seminggu)	Lebih dari dua kali seminggu	
Fungsi paru ( <i>PEF</i> atau <i>FEV1</i> )	Normal	< 80% (perkiraan dari kondisi terbaik bila diukur)	
<i>Eksaserbasi</i>	Tidak ada	Sewaktu-waktu dalam setahun	Sekali dalam seminggu

Sumber: GINA (2007) dalam Depkes (2008).

## 6. Komplikasi

Berbagai komplikasi menurut Mansjoer (2008) yang mungkin timbul adalah :

### a. *Pneumothoraks*

*Pneumothoraks* adalah keadaan adanya udara di dalam rongga *pleura* yang dicurigai bila terdapat benturan atau tusukan dada. Keadaan ini dapat menyebabkan kolaps paru yang lebih lanjut lagi dapat menyebabkan kegagalan napas.

### b. *Pneumomediastinum*

*Pneumomediastinum* dari bahasa Yunani *pneuma* “udara”, juga dikenal sebagai *emfisema mediastinum* adalah suatu kondisi dimana udara hadir di *mediastinum*. Pertama dijelaskan pada 1819 oleh Rene Laennec, kondisi ini dapat disebabkan oleh trauma fisik atau situasi lain yang mengarah ke udara keluar dari paru-paru, saluran udara atau usus ke dalam rongga dada .

### c. *Atelektasis*

*Atelektasis* adalah pengkerutan sebagian atau seluruh paru-paru akibat penyumbatan saluran udara (*bronkus* maupun *bronkiolus*) atau akibat pernafasan yang sangat dangkal.

### d. *Aspergilosis*

*Aspergilosis* merupakan penyakit pernapasan yang disebabkan oleh jamur dan tersifat oleh adanya gangguan pernapasan yang berat. Penyakit ini juga dapat menimbulkan *lesi* pada berbagai organ lainnya, misalnya pada otak dan mata. Istilah *Aspergilosis* dipakai untuk menunjukkan adanya infeksi *Aspergillus sp.*

e. Gagal napas

Gagal napas dapat terjadi bila pertukaran oksigen terhadap karbondioksida dalam paru-paru tidak dapat memelihara laju konsumsi oksigen dan pembentukan karbondioksida dalam sel-sel tubuh.

f. *Bronkhitis*

*Bronkhitis* atau radang paru-paru adalah kondisi di mana lapisan bagian dalam dari saluran pernapasan di paru-paru yang kecil (*bronchiolis*) mengalami bengkak. Selain bengkak juga terjadi peningkatan produksi lendir (dahak). Akibatnya penderita merasa perlu batuk berulang-ulang dalam upaya mengeluarkan lendir yang berlebihan, atau merasa sulit bernapas karena sebagian saluran udara menjadi sempit oleh adanya lendir.

C. *Peak expiratory flow*

1. Definisi

*Peak expiratory flow* adalah aliran maksimum yang dicapai selama *ekspirasi* dengan kekuatan maksimal mulai dari tingkat *inflasi* paru maksimal. *Peak expiratory flow* merupakan aliran maksimum yang dicapai selama *manuver FVC (Forced vital capacity)*. Hal ini terjadi sangat awal dalam *manuver FVC* (biasanya dalam 0.2 detik pertama jika *manuver* baik dilakukan). Dengan demikian, *peak expiratory flow* secara signifikan tergantung dari *FEV1 (Forced Expiratory Volume in one second)*. Variasi nilai *peak expiratory flow* sangat dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, ras, tinggi badan, dan merokok. Angka normal *peak*

*expiratory flow* pada pria dewasa adalah 500-700 L/menit dan pada wanita dewasa 380-500 L/menit. (Musmar et al, 2010).

## 2. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *peak expiratory flow* :

### a. Faktor host

#### 1) Umur

Faal paru sejak masa kanak-kanak bertambah atau meningkat volumenya dan mencapai maksimal pada umur 21-25 tahun. Setelah itu nilai faal paru terus menurun sesuai bertambahnya umur karena dengan meningkatnya umur seseorang maka kerentanan terhadap penyakit akan bertambah, khususnya gangguan saluran pernapasan pada tenaga kerja (Yunus, 2007).

#### 2) Jenis kelamin

Pengelompokan berdasarkan jenis kelamin amat penting karena secara biologis berbeda anata pria dan wanita. Nilai *peak expiratory flow* pria lebih besar dari pada wanita berdasarkan tabel nilai normal *peak expiratory flow* (Jyothi and Kumar, 2015).

#### 3) Tinggi badan

Tinggi badan mempunyai korelasi positif dengan *peak expiratory flow*, artinya dengan bertambah tinggi seseorang, maka *peak expiratory flow* akan bertambah besar (Shubhankar, 2015).

### b. Faktor lingkungan

#### 1) Kebiasaan merokok

Tenaga kerja yang merokok merupakan salah satu faktor resiko penyebab penyakit saluran napas.

## 2) Polusi udara

Polusi udara dapat menimbulkan berbagai penyakit dan gangguan fungsi tubuh, termasuk gangguan faal paru (Yunus, 2007).

## 3) Infeksi saluran napas

Riwayat infeksi saluran napas berat sewaktu anak-anak menyebabkan penurunan faal paru dan keluhan *respirasi* sewaktu dewasa (Zulfikar et al, 2008).

## 4) Status gizi

Salah satu akibat kekurangan gizi dapat menurunkan sistem *imunitas* dan *antibodi* sehingga orang mudah terserang infeksi seperti pilek, batuk, diare, dan juga berkurangnya kemampuan tubuh untuk melakukan *detoksifikasi* terhadap benda asing seperti debu dan tembakau yang masuk dalam tubuh (Miller, 2011).

# 3. Pengukuran *peak expiratory flow*

Pemeriksaan *peak expiratory flow* merupakan salah satu pemeriksaan faal paru dengan menggunakan alat *Peak Flow Meter*. *Peak Flow Meter* adalah alat sederhana yang dapat digunakan untuk menilai *obstruksi* saluran napas yaitu dengan mengukur *peak expiratory flow*. *Peak Flow Meter* relatif lebih murah, bentuknya sederhana, mudah dibawa dan mudah pula cara pemeriksaannya. *Peak expiratory flow* dapat digunakan untuk memonitor kondisi *asma* pasien serta mendeteksi tanda *obstruksi* awal *asma* (Tantucci, 2012).



**Gambar 2.4. Nilai Normal *Peak Expiratory Flow* pada Wanita**

Age	Height				
	55 inches/140 cm	60 inches/152 cm	65 inches/165 cm	70 inches/178 cm	75 inches/190 cm
20	390	423	460	496	529
25	385	418	454	490	523
30	380	413	448	483	516
35	375	408	442	476	509
40	370	402	436	470	502
45	365	397	430	464	495
50	360	391	424	457	488
55	355	386	418	451	482
60	350	380	412	445	475
65	345	375	406	439	468
70	340	369	400	432	461

Sumber : Tantucci (2012)

**Gambar 2.5. Nilai Normal *Peak Expiratory Flow* pada Laki-laki**

Sumber: T Sumber : Tantucci (2012)

Cara menggunakan *peak flow meter* seseorang harus mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Tempatkan penanda di bagian bawah skala.
- b. Posisi berdiri.
- c. Mengambil napas dalam-dalam.
- d. Menempatkan meter di mulut dan menutup bibir sekitar corong dan pastikan tidak ada udara yang keluar. Tidak menempatkan lidah di dalam lubang. Tidak menutup lubang di ujung belakang *peak flow meter* saat memegangnya.
- e. Meniup sekeras dan secepat mungkin. Jangan batuk ke dalam *peak flow meter*, karena ini akan memberikan pembacaan yang salah.
- f. Menuliskan nomor dari meteran.

Age	Height				
	60 inches/152 cm	65 inches/165 cm	70 inches/178 cm	75 inches/191 cm	80 inches/203 cm
20	554	602	649	693	740
25	543	590	636	679	725
30	532	577	622	664	710
35	521	565	609	651	695
40	509	552	596	636	680
45	498	540	583	622	665
50	486	527	569	607	649
55	475	515	556	593	634
60	463	502	542	578	618
65	452	490	529	564	603
70	440	477	515	550	587

- g. Ulangi langkah satu sampai enam, dua kali lagi.

- h. Menulis nilai yang terbaik (tertinggi) dari tiga angka dalam *peak flow*.

